

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-040064

(43)Date of publication of application : 19.02.1993

(51)Int.Cl. G01K 7/00

(21)Application number : 03-284266

(71)Applicant : KIMURA MITSUTERU

(22)Date of filing : 06.08.1991

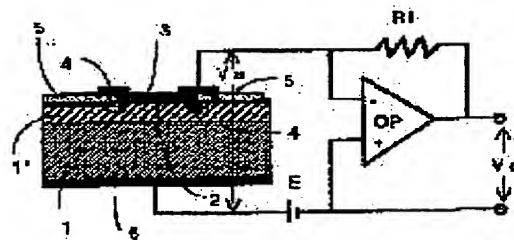
(72)Inventor : KIMURA MITSUTERU

## (54) SCHOTTKY JUNCTION TEMPERATURE SENSOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a highly sensitive and very accurate semiconductor temperature sensor, and to utilize the temperature dependency of the reverse saturation current of a Schottky junction diode.

CONSTITUTION: In the case to apply a reverse applied voltage  $V_a$  to a Schottky junction diode, the voltage within the initial region regarded as a reverse saturation current  $I_s$  generating, for example  $V_a=1.0V$ , is applied. The temperature measurement can be made in the same way as the case of a then-mistor from an exponential reverse saturation current  $I_s$  to theoretical reverse saturation current  $I_s$  to the temperature, because the current increase of the voltage dependency by image-force and the currents other than the reverse saturation current  $I_s$ , of a leakage current, etc., can be neglected in such a slight reverse saturation current  $I_s$ . The circuit constitution, where the reverse saturation current  $I_s$  can be measured with a fixed applying voltage, is made.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-40064

(43) 公開日 平成5年(1993)2月19日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 K 7/00	3 9 1 Z	7267-2 F		
	C	7267-2 F		

審査請求 未請求 請求項の数 1

(全 3 頁)

(21) 出願番号 特願平3-284266

(22) 出願日 平成3年(1991)8月6日

(71) 出願人 391025741

木村 光照

宮城県宮城郡七ヶ浜町汐見台3丁目2番地の  
56

(72) 発明者 木村 光照

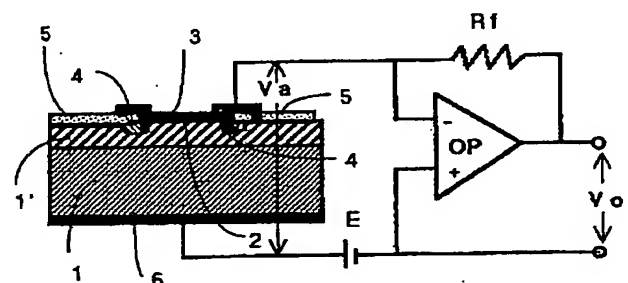
宮城県宮城郡七ヶ浜町汐見台3丁目2番地の  
56

(54) 【発明の名称】 ショットキー接合温度センサ

(57) 【要約】

【目的】 高感度で高精度の半導体温度センサを提供するために、ショットキー接合ダイオードの逆方向飽和電流  $I_s$  の温度依存性を利用しようとするものである。

【構成】 ショットキー接合ダイオードに逆方向印加電圧  $V_a$  を加える場合、逆方向飽和電流  $I_s$  が生じていると見做される初期の領域の電圧、例えば、 $V_a = 1.0$  V、を印加するようにする。このような小さな逆方向飽和電流  $I_s$  では鏡像力による電圧依存性の電流増大や漏れ電流などの逆方向飽和電流  $I_s$  以外の電流が無視できるため、理論的な逆方向飽和電流  $I_s$  の温度に対する指数関数的な関係式からサーミスタの場合と同様に温度の測定ができる。上記の印加電圧に固定しながら逆方向飽和電流  $I_s$  が測定できる回路構成にする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】ショットキー接合ダイオードに逆方向電圧を印加し、その逆方向飽和電流  $I_s$  の温度依存性から温度を知るようにしたショットキー接合温度センサにおいて、ショットキー接合ダイオードを流れる電流が逆方向飽和電流  $I_s$  と見做せるようになる初期の領域に逆方向印加電圧  $V_a$  を設定するようにしたことを特徴とするショットキー接合温度センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高感度で高精度の半導体温度センサに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、Si の p-n 接合の順方向立ち上がり電圧の温度依存性、または順方向電圧を固定し、そのとき流れる順方向電流の温度依存性から、その接合部の温度すなわち周囲との熱平衡状態に於ては、その周囲温度を知るようにした温度センサがあった。しかし、その順方向立ち上がり電圧の変化は、非常に微小であり、また順方向電流の温度依存性は非常に大きい、順方向電圧を精度よく固定することは順方向電流の大きな電圧依存性のため極めて困難で、結局、高精度で温度を検出することは困難であった。

【0003】半導体の p-n 接合およびショットキー接合の逆方向電流の温度依存性は理論的に判明しているが、最も多く使用されている Si 半導体の p-n 接合では、室温付近の温度で抵抗が大きすぎて実質的に測定は困難であり、またショットキー接合の逆方向電流は、逆方向印加電圧が大きいと鏡像力やトンネル効果のため障壁の高さが実質的に小さくなり逆方向飽和電流とはならず電流が少しずつ増大するようになると共に漏れ電流も増大するようになるという問題があり、温度センサとして使用することは困難であった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】一般に半導体の整流性のダイオードの順方向では、印加電圧の微小変化により電流値が大きく変化してしまうため精度よく印加電圧を固定することが難しく、逆方向における飽和電流を使用したほうが印加電圧の変動に強く精度がよくなる。ショットキー接合ダイオードの逆方向電流は、逆方向印加電圧が大きいと逆方向飽和電流  $I_s$  以外の電流が流れ、これらの逆方向飽和電流  $I_s$  以外の電流の温度依存性は一般に不明なので、温度依存性が理論的に明確である逆方向飽和電流  $I_s$  のみを検出できるようにする必要がある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、金属と半導体との接合であるショットキー接合ダイオードに、鏡像力の印加電圧依存電流やトンネル電流および接合周辺を流れる漏れ電流などの逆方向飽和電流  $I_s$  以外の電流が無

視できる程度の小さな固定した逆方向電圧を印加することによりその時の逆方向電流が逆方向飽和電流  $I_s$  と見做せるようにし、単純で基本的なショットキー接合ダイオードの逆方向飽和電流  $I_s$  の温度依存性から温度を知るようにショットキー接合温度センサを構成するものである。

## 【0006】

【実施例 1】図 1 は、本発明のショットキー接合温度センサの一実施例で、ショットキー接合ダイオードの漏れ電流を小さくするために温度センサ部であるショットキー接合と並列に p-n 接合を設けた場合の例であり、ショットキー接合ダイオードにオペレーショナル・アンプリファイア（OP アンプ）を通して電源 E から逆方向印加電圧  $V_a$  を加えている。また OP アンプに取付けた帰還抵抗  $R_f$  には、ショットキー接合ダイオードを流れる電流が流入し、帰還抵抗  $R_f$  の両端の電圧降下は OP アンプの出力電圧  $V_o$  に等しいので、この出力電圧  $V_o$  を測定することによりショットキー接合ダイオードを流れる電流を測定することができる。

【0007】図 2 には、温度  $T_1$ 、 $T_2$  ( $T_1 < T_2$ ) のときのショットキー接合ダイオードの電圧  $V$  - 電流  $I$  特性の概要を示している。この場合、逆方向印加電圧  $V_a$  が約 -3 V より大きくなる（深くなる）と鏡像力の印加電圧依存性に基づく電流やトンネル電流および接合周辺を流れる漏れ電流などの逆方向飽和電流  $I_s$  以外の電流が多く流れるようになる。

【0008】室温 ( $T = \text{約 } 300 \text{ K}$ ) のときの n 形 Si のショットキー接合ダイオードでは、逆方向印加電圧  $V_a$  が -0.5 V 付近で十分逆方向飽和電流  $I_s$  となると考えられている。このように逆方向飽和電流  $I_s$  以外の電流が無視できる、いわゆるショットキー接合ダイオードの電流が逆方向飽和電流  $I_s$  と見做せる初期の領域は、この場合、ほぼ -0.3 V から -3.0 V と考えられる。

【0009】上記のことから図 1 の電源 E の電圧をショットキー接合ダイオードの電流が逆方向飽和電流  $I_s$  と見做せる初期の領域である、たとえば、-1.0 V に設定すれば、ショットキー接合ダイオードへの逆方向印加電圧  $V_a$  も -1.0 V に設定されることになる。これは OP アンプの入力端子での電圧降下が無視できるから、図 1 の回路では電源 E の電圧はすべてショットキー接合ダイオードへの逆方向印加電圧  $V_a$  となるからである。

【0010】ショットキー接合ダイオードに上記の固定した逆方向印加電圧  $V_a = -1.0 \text{ V}$  を印加し、図 2 のように温度  $T_1$  における逆方向飽和電流  $I_{s1}$ 、温度  $T_2$  における逆方向飽和電流  $I_{s2}$  を OP アンプの出力電圧  $V_o$  の測定から求めることにより、これらの指数関数的な温度  $T$  依存性 ( $I_s = \exp(-eU/kT)$ ) に比例する、ここで  $e$  は電荷素量、 $U$  はショットキー接合の

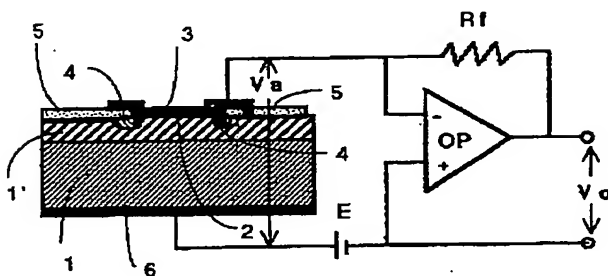
障壁高さ、 $k$ はボルツマン定数)からサーミスタと同様にして温度 $T$ を求めることができる。

【0011】図1の実施例のショットキー接合ダイオードは、例えば、次のようにして作製することができる。まず、高不純物濃度の $n$ 形基板1の上に $n$ 形エピタキシャル層1'を持つシリコン(Si)基板を用い、熱酸化 $SiO_2$ 膜をマスクにしてホウ素(B)を $n$ 形エピタキシャル層1'に不純物の熱拡散によりドーナツ状に $p$ 形領域4を形成し、 $p-n$ 接合を作る。Si基板の熱酸化 $SiO_2$ 膜を全面エッチング後、再び熱酸化 $SiO_2$ 膜を形成し、Si基板の下部の熱酸化 $SiO_2$ 膜をエッチングしてアルミニウム(Al)を蒸着、シンタリングしてオーミックな下部電極6を形成する。上部の熱酸化 $SiO_2$ 膜5のうちドーナツ状の $p$ 形領域4の内径と外径との中間部を直径とする円の内側の部分をフォトリソグラフィによりエッチング除去した後、アルミニウム(Al)を蒸着しパターン化してショットキー接合ダイオードの上部金属電極3を形成することでショットキー接合部2が形成される。ショットキー接合部2の直径は、例えば、0.5mmにすればよい。その後リード線

を引き出しショットキー接合ダイオードが出来上がる。【0012】上述の実施例のショットキー接合ダイオードでは、上部の熱酸化 $SiO_2$ 膜5と $n$ 形エピタキシャル層1'との界面が一般に $n$ 形蓄積層になり易くショットキー接合ダイオードの上部金属電極3との間の漏れ電流を小さくさせるためにドーナツ状の $p$ 形領域4で $p-n$ 接合を形成したが、ショットキー接合部2の周辺をメサエッチングして漏れ電流を小さくさせることもできる。このメサエッチング方法は、熱形赤外線センサやフローセンサなどの温度センサとして薄膜支持体上に形成された結晶性半導体薄膜に形成するショットキー接合には特に有用である。

【0013】

【図1】



【発明の効果】以上説明したように本発明のショットキー接合温度センサは、半導体で最も多く使用されているシリコンを用いて、高感度、高精度の室温付近の温度センサを容易に、かつ大量生産化できるので安価に作製できる。ショットキー接合ダイオードに逆方向飽和電流 $I_s$ と見做せる初期の領域である固定した逆方向印加電圧 $V_a$ 約-1.0Vを印加するので、漏れ電流などが無視でき、理論的な逆方向飽和電流 $I_s$ の指数関数的で大きな温度依存性を持つ式が適用できるようになる。室温におけるシリコンの $p-n$ 接合の逆方向飽和電流 $I_s$ は小さ過ぎるため測定は極めて困難であるが、ショットキー接合ダイオードでは同等以上の感度を持ちながら大きな逆方向飽和電流 $I_s$ となり測定が非常に楽に行なえるという利点がある。また飽和電流を利用するので印加電圧の変動に強く高精度となる。さらに半導体と金属との組み合わせにより多くの障壁の高さ $U$ の調節が可能となるので、極低温から高温までの大きな温度範囲の測定が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】温度センサ部であるショットキー接合と並列に $p-n$ 接合を設けた構造のショットキー接合ダイオードを用いたショットキー接合温度センサの実施例である。

【図2】温度 $T_1$ 、 $T_2$  ( $T_1 < T_2$ ) のときのショットキー接合ダイオードの電圧 $V$ -電流 $I$ 特性の概要を示したグラフである。

【符号の説明】

- 1 高不純物濃度の $n$ 形半導体基板
- 1'  $n$ 形エピタキシャル層
- 2 ショットキー接合部
- 3 上部金属電極
- 4  $p$ 形領域
- 5 熱酸化 $SiO_2$ 膜
- 6 下部電極

【図2】

